



RESEARCH PROGRAM ON
Climate Change,
Agriculture and
Food Security



Proyecciones de cambio climático para evaluación de impacto sobre cultivos

Carlos Navarro-Racines

J. Tarapues, J. Ramírez, A. Jarvis

c.e.navarro@cgiar.org

4/25/2017

Cali, Colombia

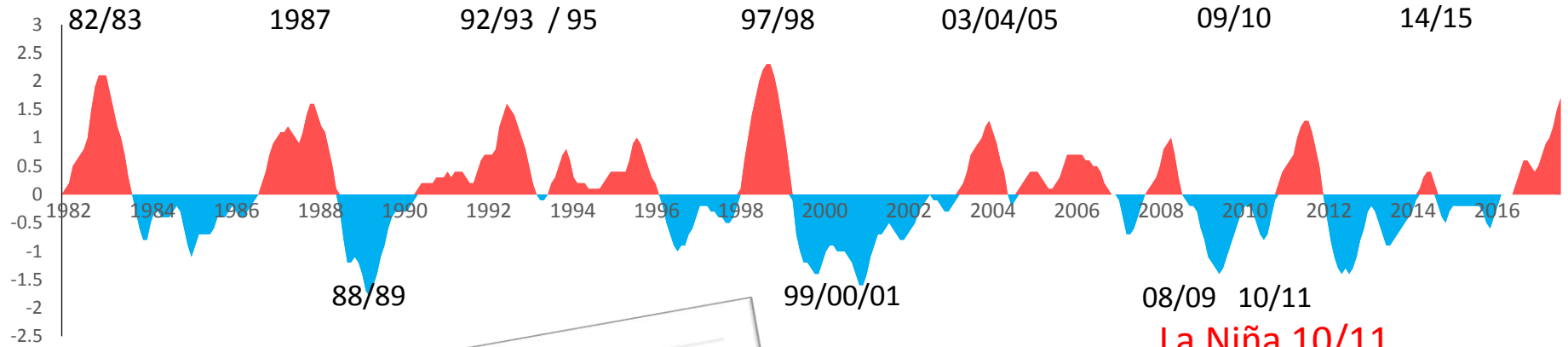




¿Porque estamos tan seguros que el clima está cambiando?



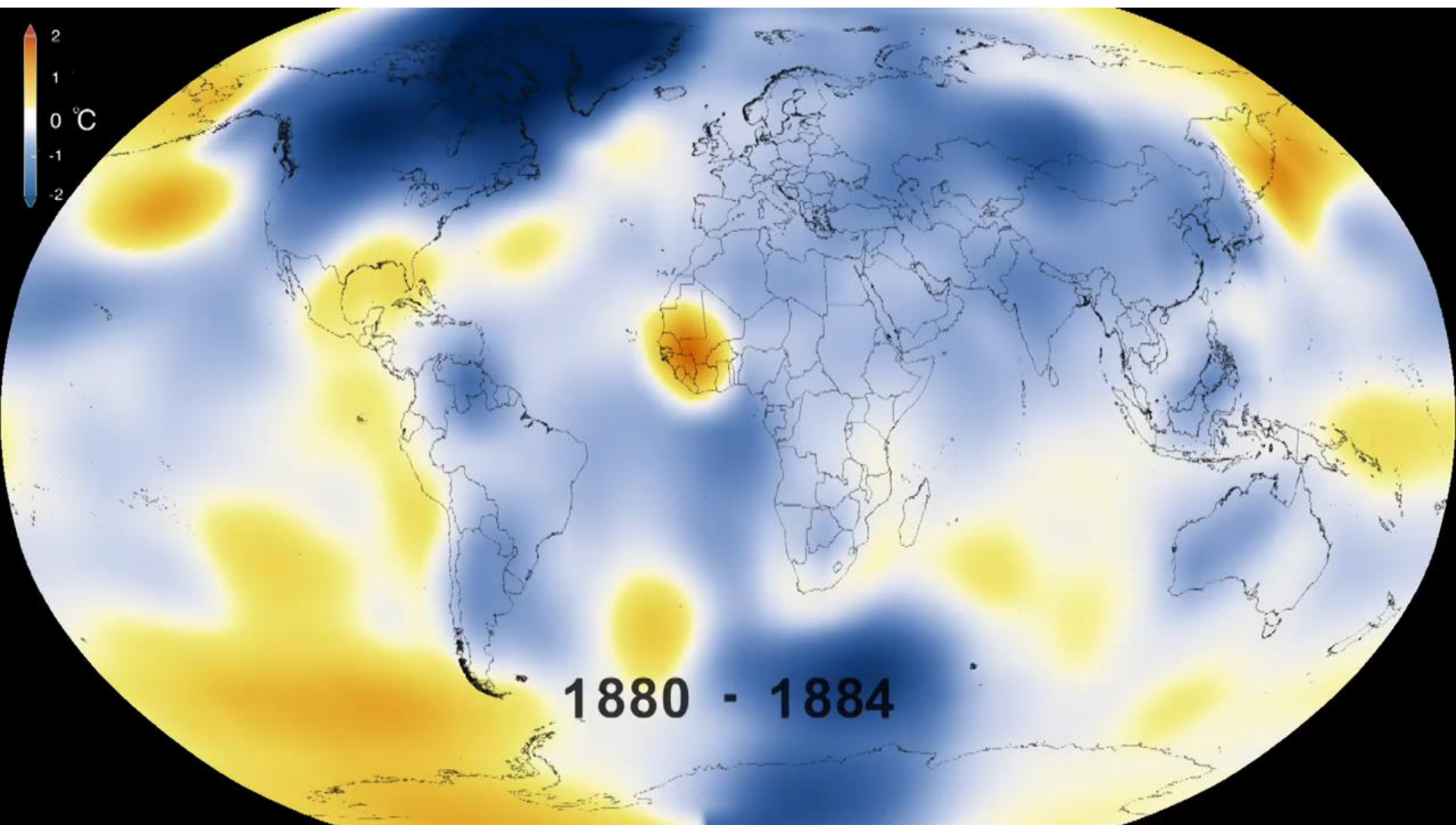
El Niño 97/98 564 millones de dólares



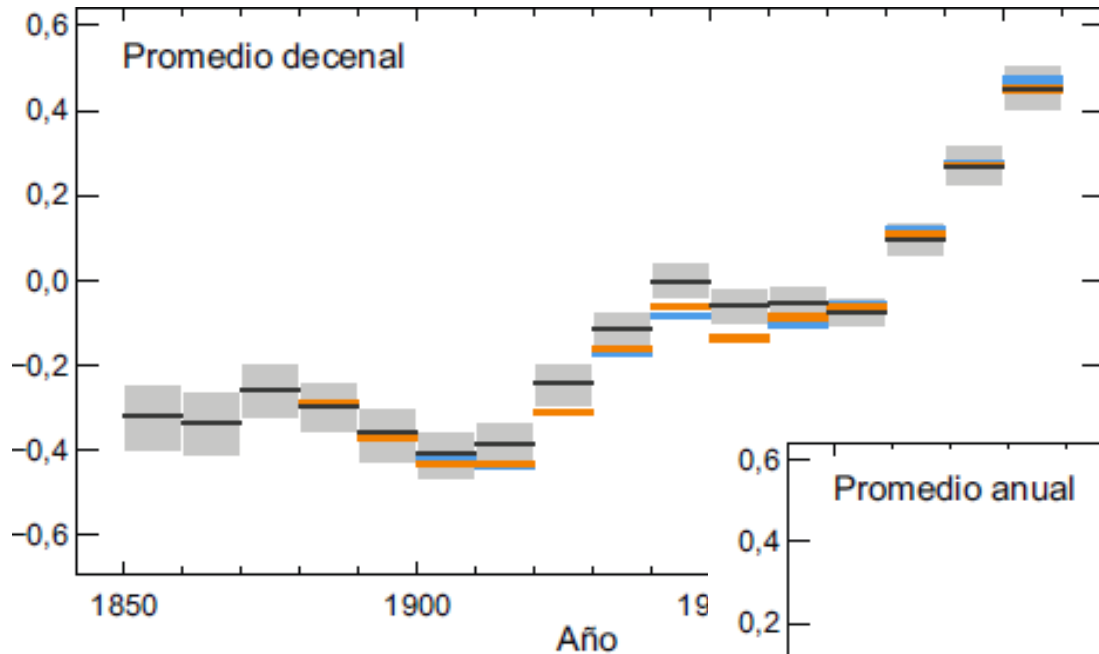
La Niña 10/11 1.000 millones de dólares



Una tendencia preocupante

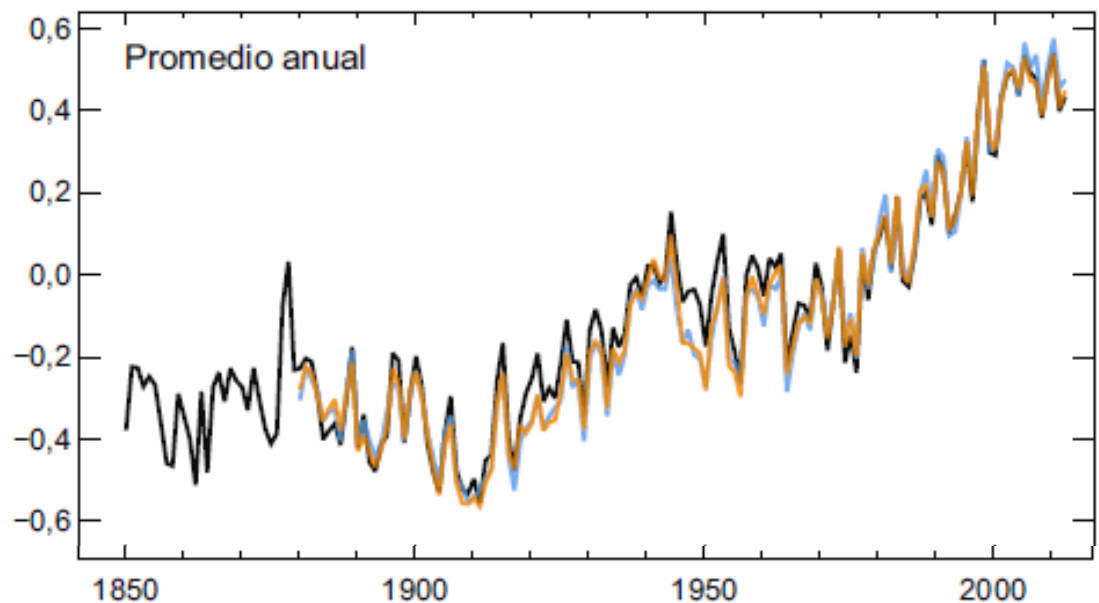
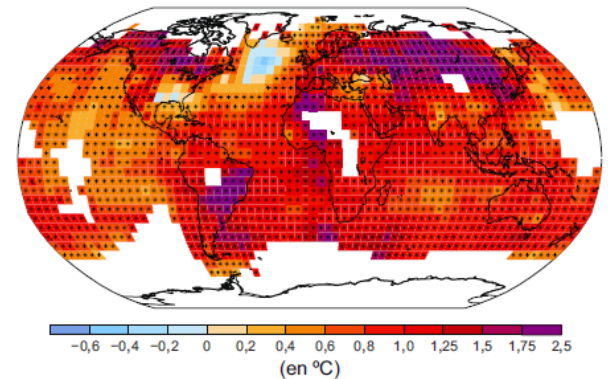


Cambios observados en la Atmósfera



Anomalías observadas en el promedio mundial de temperaturas en superficie, terrestres y oceánicas combinadas, desde 1850 hasta 2012, a partir de tres conjuntos de datos. Imagen superior: valores medios anuales. Imagen inferior: valores medios decenales, incluida la estimación de la incertidumbre para un conjunto de datos (línea negra). Las anomalías son relativas a la media del período 1961-1990.

Cambio observado en la temperatura en superficie, 1901-2012



Cambios Observados - Fenónemos meteorológicos

Fenómeno y dirección de la tendencia	Evaluación de los cambios ocurridos (desde 1950)	Evaluación de la contribución humana a los cambios observados	Probabilidad de cambios futuros	
			Principios del Siglo XXI	Finales del siglo XXI
Días y noches fríos más cálidos y/o menos numerosos en la mayoría de las zonas continentales	Muy Probable	Muy Probable	Probable	Prácticamente seguro
Días y noches calurosos más cálidos y/o más frecuentes en la mayoría de las zonas continentales.	Muy Probable	Muy Probable	Probable	Prácticamente seguro
Episodios cálidos/olas de calor. Mayor frecuencia y/o duración en la mayoría de las zonas continentales	Nivel de confianza medio	Probable	Evaluación no oficial	Muy probable
Episodios de precipitación intensa. Mayor frecuencia, intensidad y/o cantidad de precipitación intensa.	Probable	Nivel de confianza medio	Probable	Muy probable
Mayor intensidad y/o duración de la sequía.	Nivel de confianza bajo	Nivel de confianza bajo	Nivel de confianza bajo	Probable

Fenómenos meteorológicos y climáticos extremos: Evaluación a escala mundial de los cambios recientes observados, contribución humana a los cambios y futuros cambios proyectados para principios (2016-2035) y finales (2081-2100) del siglo XXI. (IPCC, 2013)

Our vision, a sustainable food future



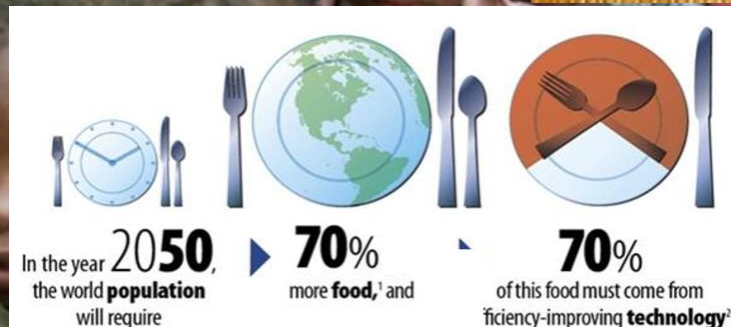
Otros Retos a Futuro - CC



- Modificación del ciclo/
disponibilidad del agua
 - Infraestructura
 - Agricultura
 - Salud
- Pestes y enfermedades
- Biodiversidad, recursos
naturales y servicios
ecosistemicos
- Zonas costeras



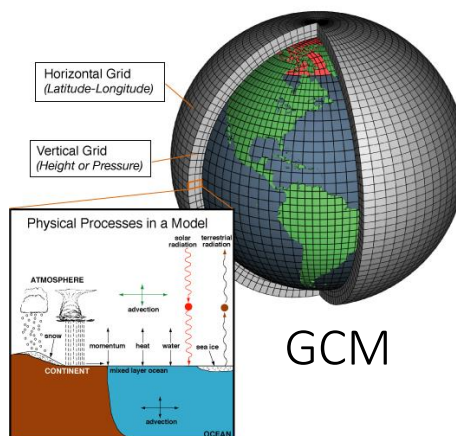
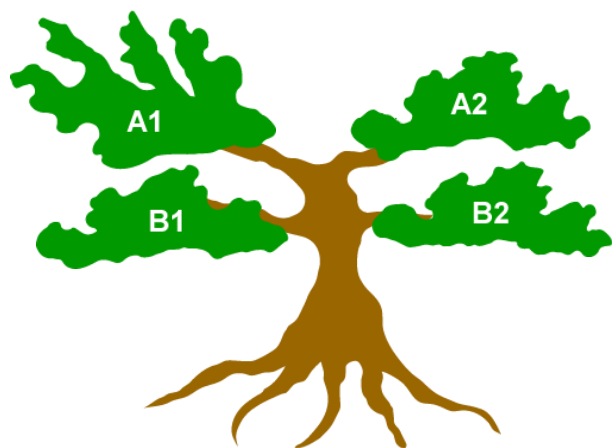
Agricultura - Un reto particular



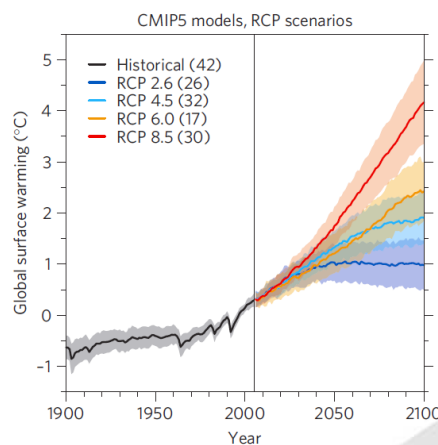
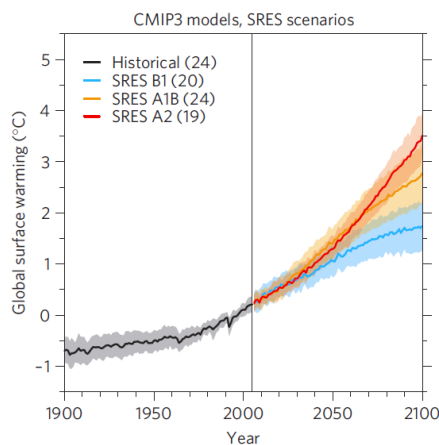
Cómo prepararnos para el futuro?

Haciendo frente al Cambio Climático

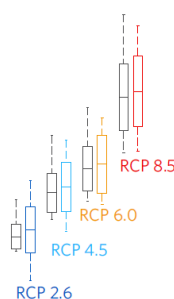
¿Qué pasará en 30, 50, 100 años?



GCM



Comparison with emulated CMIP3 RCP

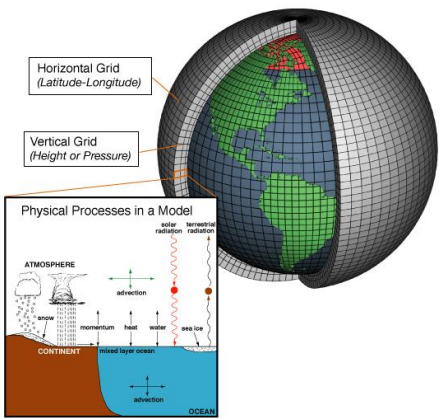


Our vision, a sustainable food future

Haciendo frente al Cambio Climático

¿Qué es lo que dicen los modelos?

Cambios antropogénicos llevan a cambios atmosféricos



Horizontal Grid
(Latitude-Longitude)

Vertical Grid
(Height or Pressure)

Physical Processes in a Model

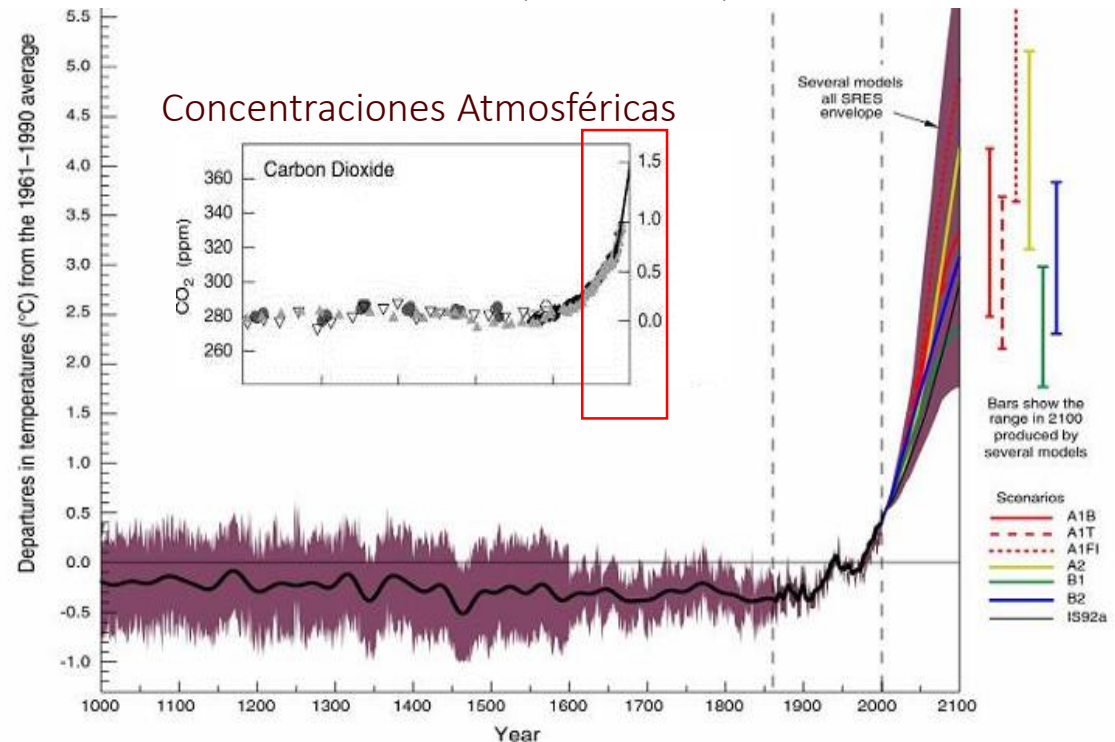
ATMOSPHERE

CONTINENT

OCEAN

Los **GCMs** son la única manera en que podemos predecir el clima a futuro

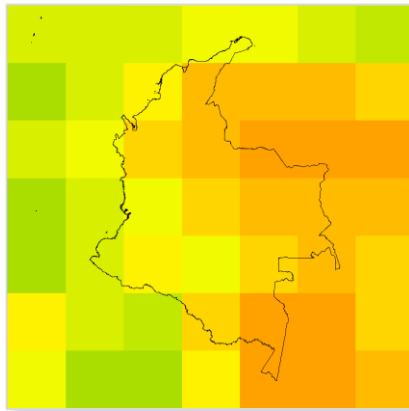
Variaciones en la temperatura de la superficie de la tierra



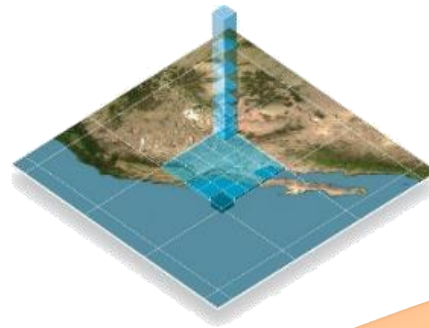
Variations of the Earth's surface temperature: years 1000 to 2100 (IPCC, 2001)

Haciendo frente al Cambio Climático

¿Cómo hacer uso de estos modelos?



✓ Escala global
× Escala regional o local



Necesidad

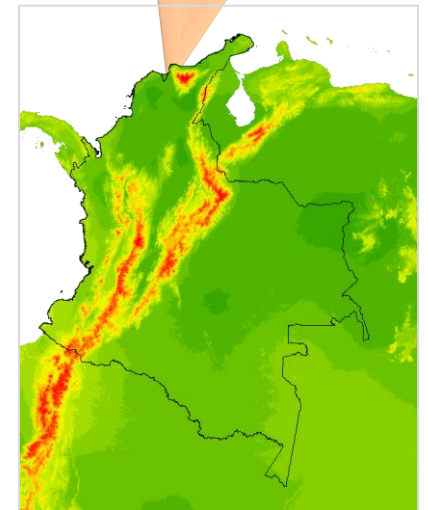
Opciones

Downscaling por métodos estadísticos o dinámicos y corrección de sesgo.

Problemas

1. Baja Resolución
100- 300 Km
2. Mezcla de resoluciones
3. Disponibilidad de datos
4. No representan bien clima histórico

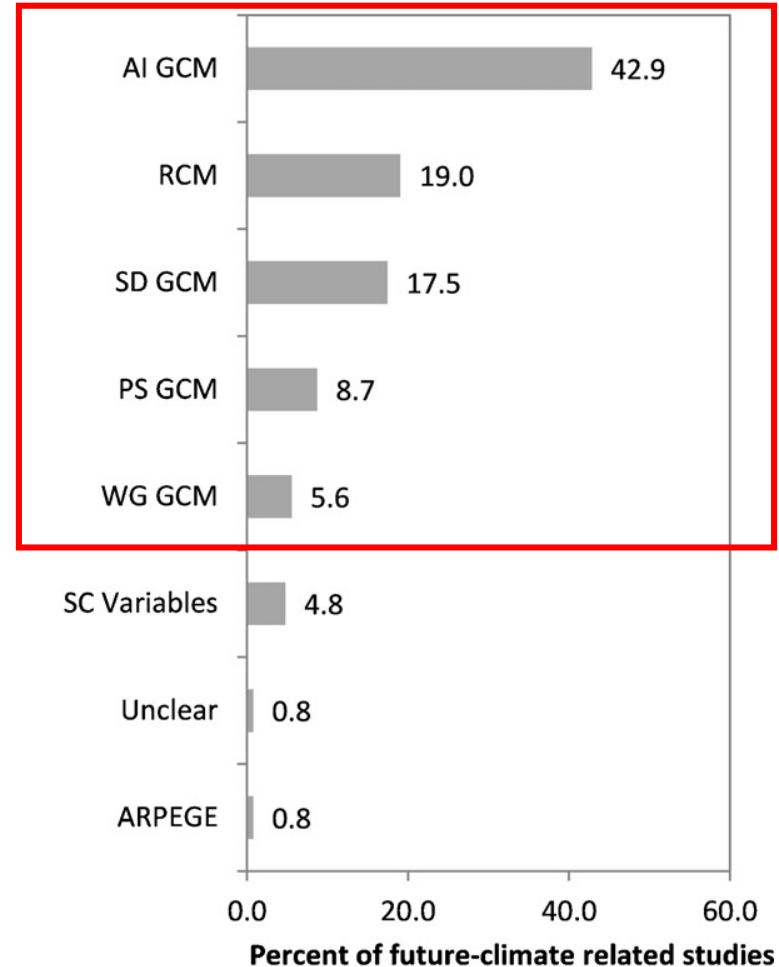
Aumentar resolución,
uniformizar... proveer
datos de alta resolución,
contextualizados



GCM disponibles y downscaling



Modelo	Línea Base	RCP 2.6	RCP 4.5	RCP 8.5
bcc_csm1_1	X	X	X	X
bcc_csm1_1_m	X	X	X	X
bnu_esm	X	X	X	X
cccma_canesm2	X	X	X	X
cesm1_bgc	X		X	X
cesm1_cam5	X	X	X	X
csiro_access1_0	X		X	X
csiro_access1_3	X		X	X
csiro_mk3_6_0	X	X	X	X
ec_earth	X			X
fio_esm	X	X	X	X
gfdl_cm3	X	X	X	X
gfdl_esm2g	X	X	X	X
gfdl_esm2m	X	X	X	X
giss_e2_h	X	X		X
giss_e2_h_cc	X		X	
giss_e2_r	X	X	X	X
giss_e2_r_cc	X		X	
inm_cm4	X		X	X
ipsl_cm5a_lr	X	X	X	X
ipsl_cm5a_mr	X	X	X	X
ipsl_cm5b_lr	X			X
iasg_fgoals_g2	X	X	X	X
miroc_esm	X	X	X	X
miroc_esm_chem	X	X	X	X
miroc_miroc5	X	X	X	X
mohc_hadgem2_cc	X		X	X
mohc_hadgem2_es	X	X	X	X
mpi_esm_lr	X	X	X	X
mpi_esm_mr	X	X		X
mri_cgcm3	X	X	X	X
ncar_ccsm4	X	X	X	X
ncc_noresm1_m	X	X	X	X
nimr_hadgem2_ao	X	X	X	X
Total	34	25	30	32



Ramírez-Villegas and Challinor, 2012

AI GCM: GCM data “as is”, SD GCM: statistically downscaled GCM, PS GCM: pattern scaled GCM, WG GCM: GCM data through a weather generator, SC Variables: systematic changes in target key variables, Unclear: not specified clearly in study, ARPEGE: the ARPEGE Atmospheric GCM

GCM DOWNSCALED GCM DATA PORTAL

[Contact](#) [About Us](#)

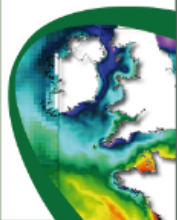


RESEARCH PROGRAM ON
Climate Change,
Agriculture and
Food Security

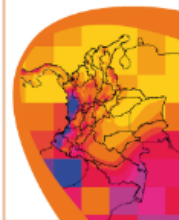


[Home](#) [Spatial Downscaling](#) [Spatial Disaggregation](#) [Data](#) [Documentation](#) [Links](#) [Citations](#)

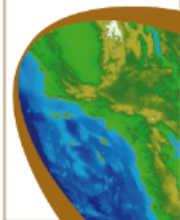
Spatial
Downscaling



Spatial
Disaggregation



Data



Useful
Documents



Links



Citations



Contact



Data Provided by the CGIAR Research Program on Climate Change, Agriculture and Food Security (CCAFS)

The data distributed here are in ARC GRID, and ARC ASCII format, in decimal degrees and datum WGS84. CCAFS and its partners have processed this data to provide seamless continuous future climate surfaces. Users are prohibited from any commercial, non-free resale, or redistribution without explicit written permission from CCAFS or the data-developing institutions. Users should acknowledge CCAFS as the source used in the creation of any reports, publications, new data sets, derived products, or services resulting from the use of this data set. For commercial access to the data, send requests to **Andy Jarvis** at the International Center for Tropical Agriculture (CIAT).

CCAFS provides these data without any warranty of any kind whatsoever, either express or implied, including warranties of merchantability and fitness for a particular purpose. CCAFS shall not be liable for incidental, consequential, or special damages arising out of the use of any data published here.

CCAFS-Climate Users

Sessions

126,768

Users

66,682

Page Views

466,120

Pages/Session

3.68

Avg. Session Duration

00:04:44

Bounce Rate

42.11%

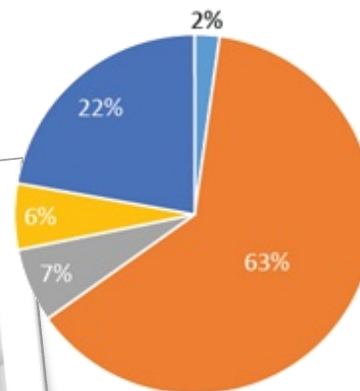
1

16,087



CCAFS-Climate Citations

> 400 Publications



- Climate dynamics
- Ecology and species distribution
- Ecosystem Services
- Policy making, food security or adaptation planning
- The possible risks posed by progressive climate change over agriculture

Significant impact by putting climate change information into the hands of non-climate scientists and next users which represent up to 19% of all CCAFS-Climate users.



Policy or Decision-Maker



Governmental Staff



Academic



Researcher



Our vision, a sustainable food future

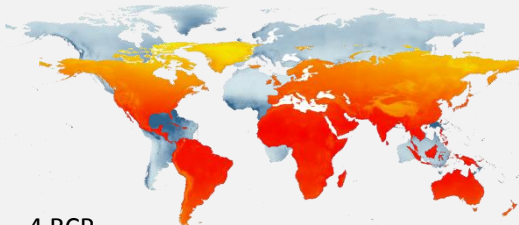


CCAFS-Climate Data Strategy



2014

Full set of CMIP5 Delta Method
Downscaled Data



- 4 RCP
- 106 GCM (about 25 models per RCP)
- 4 future periods
- 5 climatological variables
- 4 spatial resolutions (the highest at 1 Km²)

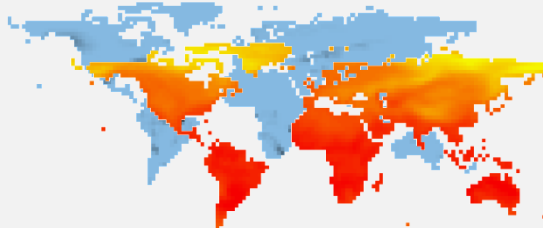
ETA Dynamical Downscaled Data



- 4 GCM - 2 SCENARIOS,
- 4 future periods.
- 0.33deg (~40km)
- South America

2015-2017

CMIP5 Raw and Processed Daily Data with several bias-correction Methodologies (Online processing)



2030's, 2050's, 2070's, 2080's
Prec, Tmax, Tmin, Rsds
Raw Resolution



APSIM (.json)



DSSAT (.wtg)

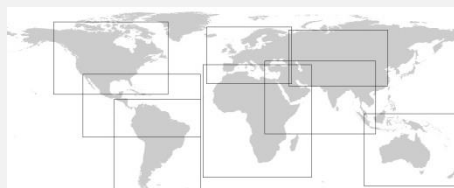
```
*WEATHER : 0001 From Interpolated Surface
# TIME    LAT    LONG    ELEV    TSI    AMF    RHYET    WINDY
00001    4.321    -75.552    1438    29.3    17.3    -99.0    -99.0
```

```
DATE    RAD    THAX    THIN    RAIN
00001    14.9    26.5    10.4    0.0
00002    22.4    28.9    12.3    0.0
00003    13.3    24.7    14.0    9.9
00004    22.1    29.2    9.0    29.9
00005    26.5    28.0    8.9    9.0
00006    24.9    28.4    9.2    0.0
00007    24.9    28.5    9.4    0.0
00008    18.9    29.5    4.2    0.0
00009    22.4    27.4    4.4    0.0
00010    24.7    30.9    11.9    0.0
00011    24.7    30.0    12.1    0.0
00012    14.9    31.1    12.7    9.0
```

Others (.ascii)

Extractions online in
formats of interest to
Crop Modelers

CORDEX Dynamical Downscaled Data



Undefined periods
Prec, Tmax, Tmin, Bioclim + others
0.44deg (~50km)
At least 2 CORDEX Domains

**We are focused now in
increase its use amongst
crop modelers**

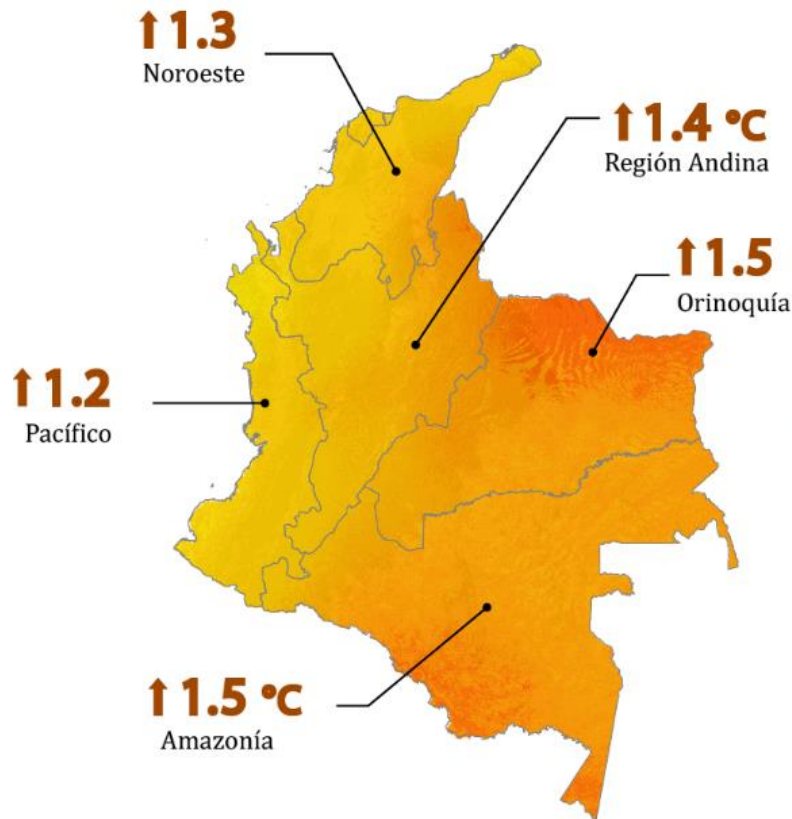
¿Qué dicen los modelos para Colombia?



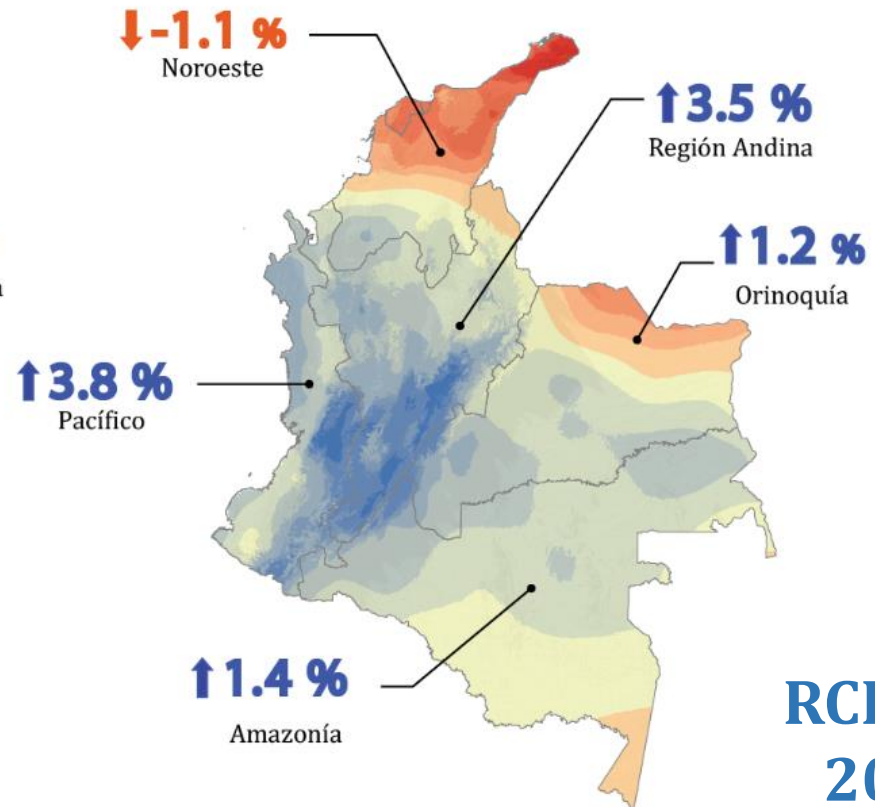
Modelo	Precipitación	T. Media	T. Máxima	T. Mínima
bcc-csm1.1	✓	✓	✓	✓
bcc-csm1.1-m	x	✓	✓	✓
CCSM4	✓	✓	✓	✓
CESM1-CAM5	x	✓	✓	✓
CSIRO-MK3.6.0	✓	✓	✓	✓
FIO-ESM	✓	✓	✓	✓
GFDL-CM3	✓	✓	✓	✓
GFDL-ESM2G	x	✓	✓	✓
GISS-E2-H	✓	✓	✓	✓
GISS-E2-R	✓	✓	✓	✓
HadGEM2-AO	✓	✓	✓	✓
HadGEM2-ES	x	✓	✓	✓
IPSL-CM5A-IR	✓	✓	✓	✓
IPSL-CM5A-MR	✓	✓	✓	✓
MIROC-ESM	✓	✓	✓	✓
MIROC-ESM-CHEM	✓	✓	✓	✓
MIROC5	✓	✓	✓	✓
MRICGCM3	✓	✓	✓	✓
NorESM1-M	x	✓	✓	✓
NorESM1-ME	✓	✓	x	x

Ensamblaje basado en 4 GCMs para 4 RCPs

¿Qué dicen los modelos para Colombia?



Changes in Annual Mean Temperature ($^{\circ}\text{C}$)



Changes in Total Precipitation (%)



**RCP 4.5
2030s**

Cambios proyectados en clima al 2030's (relativos al periodo 1960-1990). Resultados del promedio de 30 GCMs para el escenario CMIP5 RCP-4.5 para las regiones naturales de Colombia.

¿Qué dicen los modelos para Colombia?

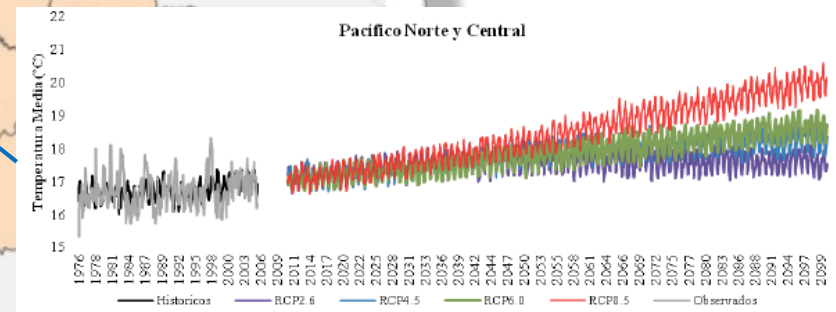
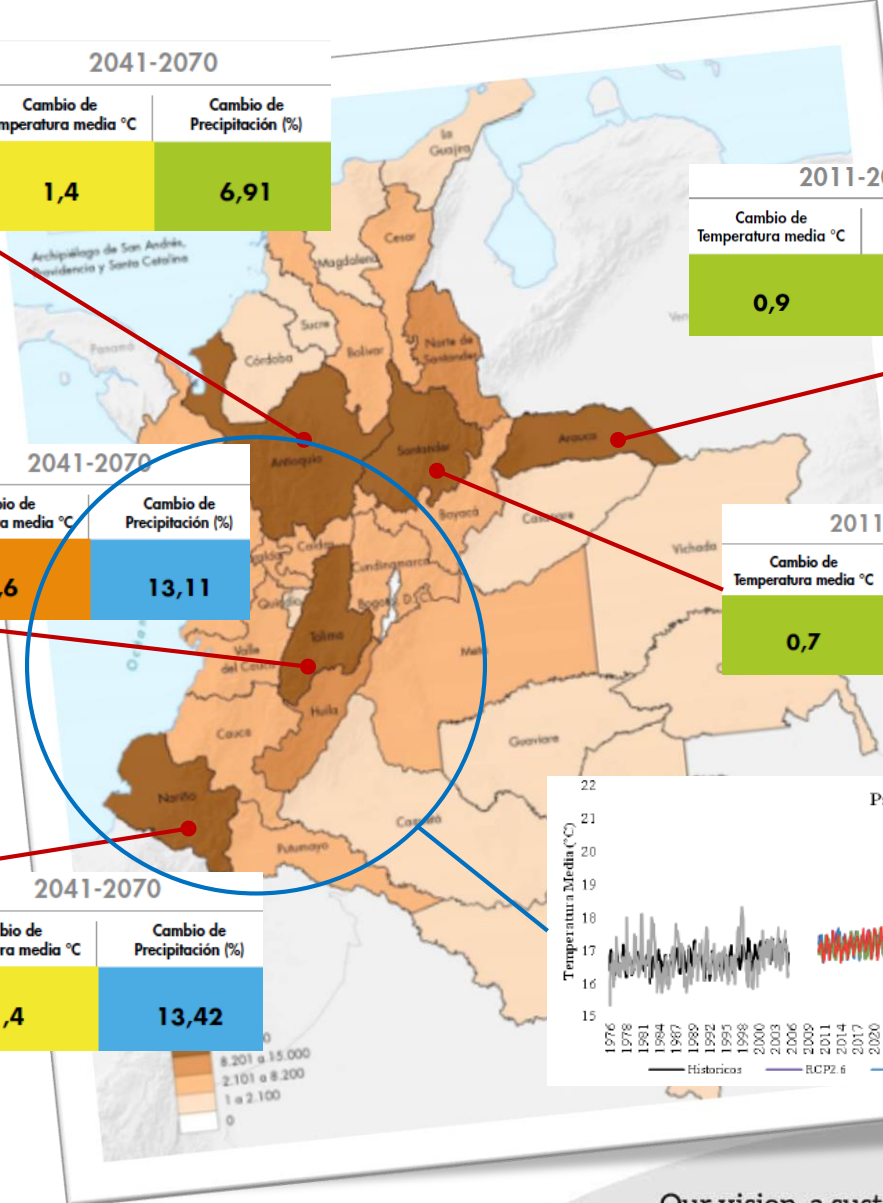
2011-2040		2041-2070	
Cambio de Temperatura media °C	Cambio de Precipitación (%)	Cambio de Temperatura media °C	Cambio de Precipitación (%)
0,8	4,88	1,4	6,91

2011-2040		2041-2070	
Cambio de Temperatura media °C	Cambio de Precipitación (%)	Cambio de Temperatura media °C	Cambio de Precipitación (%)
0,9	1,09	1,8	2,23

2011-2040		2041-2070	
Cambio de Temperatura media °C	Cambio de Precipitación (%)	Cambio de Temperatura media °C	Cambio de Precipitación (%)
0,9	10,54	1,6	13,11

2011-2040		2041-2070	
Cambio de Temperatura media °C	Cambio de Precipitación (%)	Cambio de Temperatura media °C	Cambio de Precipitación (%)
0,7	16,18	1,4	17,15

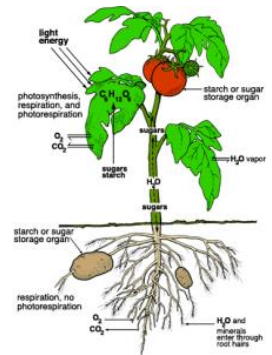
2011-2040		2041-2070	
Cambio de Temperatura media °C	Cambio de Precipitación (%)	Cambio de Temperatura media °C	Cambio de Precipitación (%)
0,7	13,69	1,4	13,42



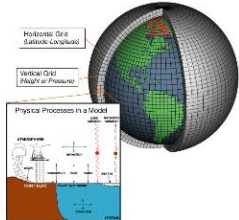
Cuantificación de Impactos

Necesitamos modelos para cuantificar los impactos y diseñar opciones de adaptación efectiva

Basados en
Procesos

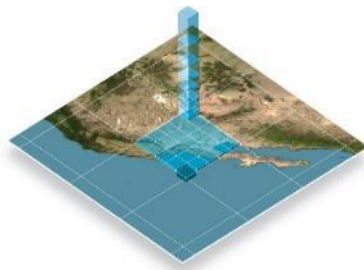


Escenarios,
Modelos
Globales de
Clima



Cambio climático
Global

Downscaling Mensual
(Desescalamiento)



Detalles regionales

Impactos

MarkSim

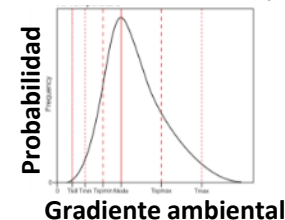
DSSAT

EcoCrop

MaxEnt

Planes de
adaptación
efectivos

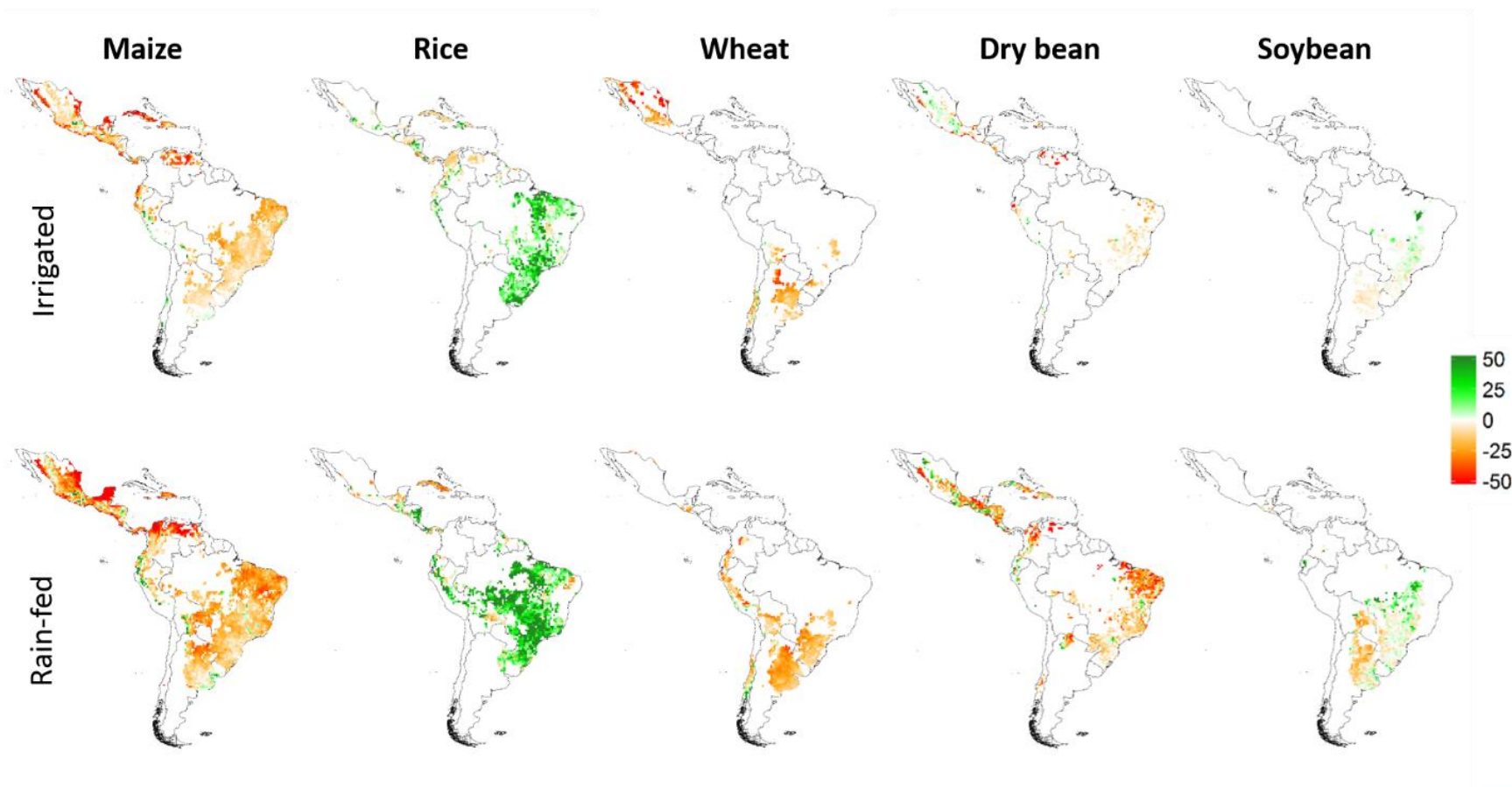
Basados
en nichos



Usando modelos de cultivo para analizar rendimientos de los cultivos bajo clima futuro

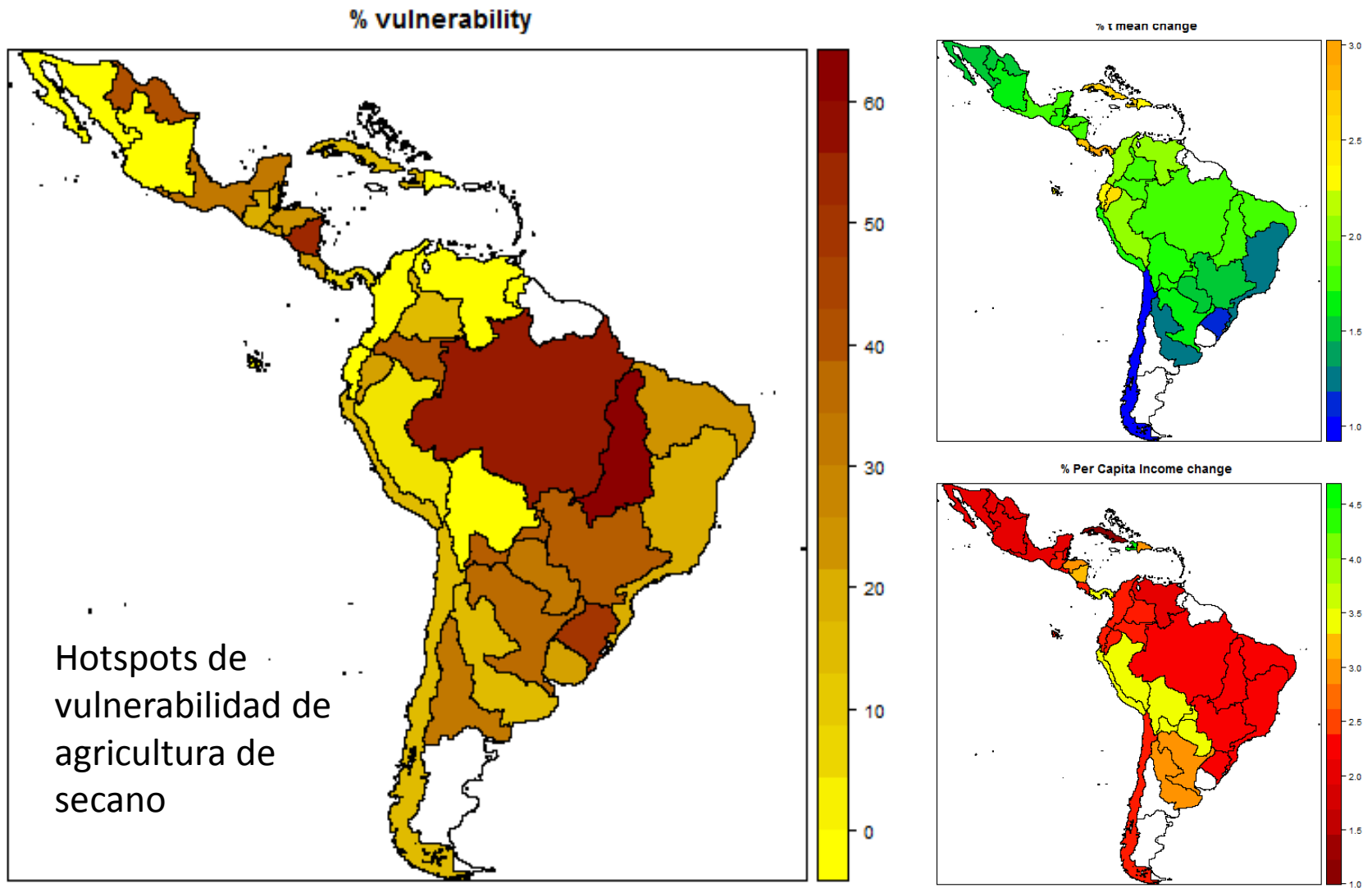
Modelos Mecanísticos Fisiológicos

Climate change vulnerability in the agricultural sector in Latin America and the Caribbean



Percent change in yields by 2030s and RCP4.5

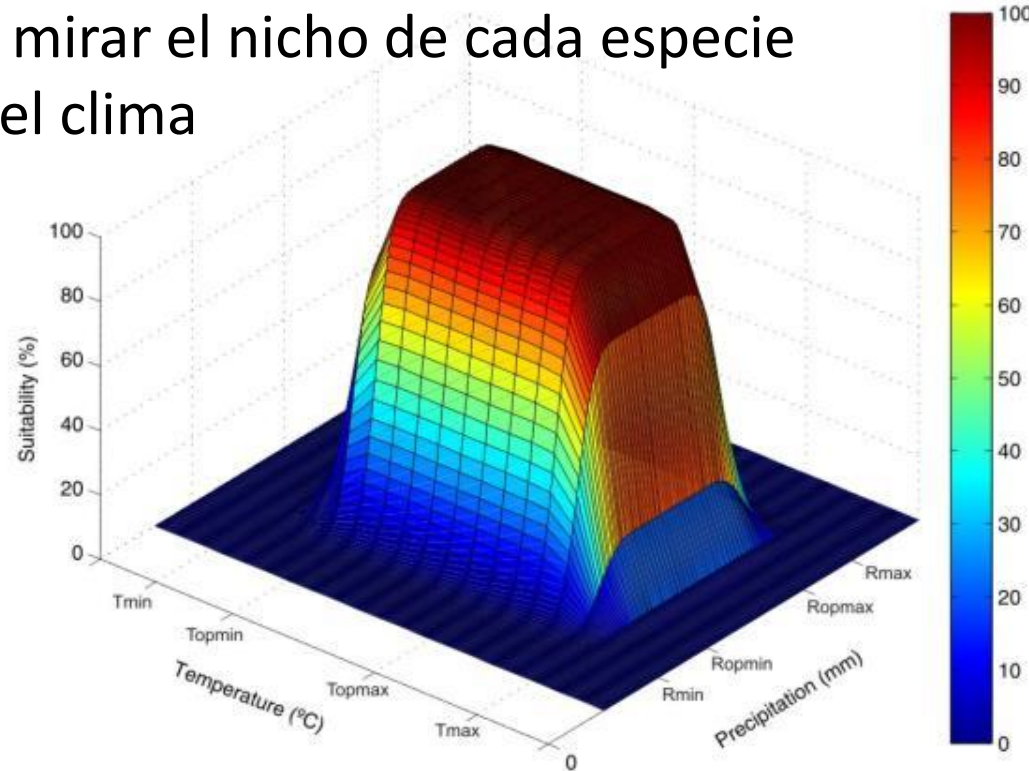
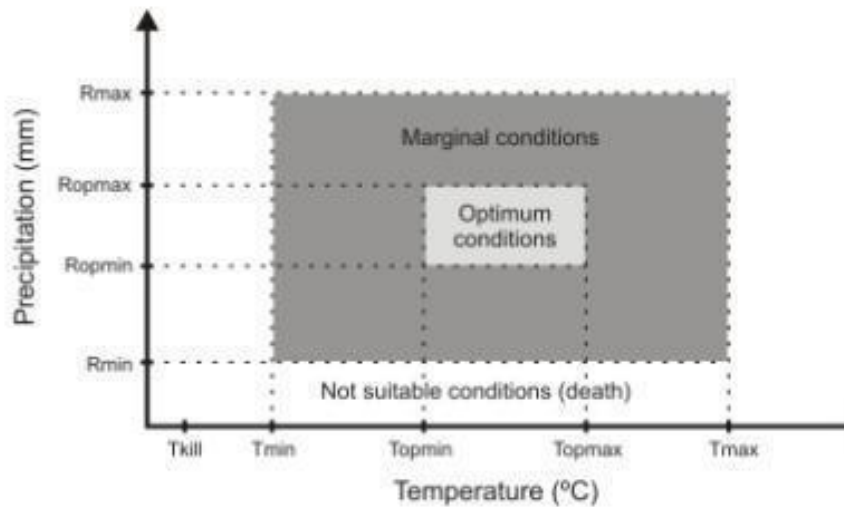
... e identificar puntos críticos de vulnerabilidad



Vallejo and Ramirez-Villegas, BID Report (2016)

El Modelo EcoCrop

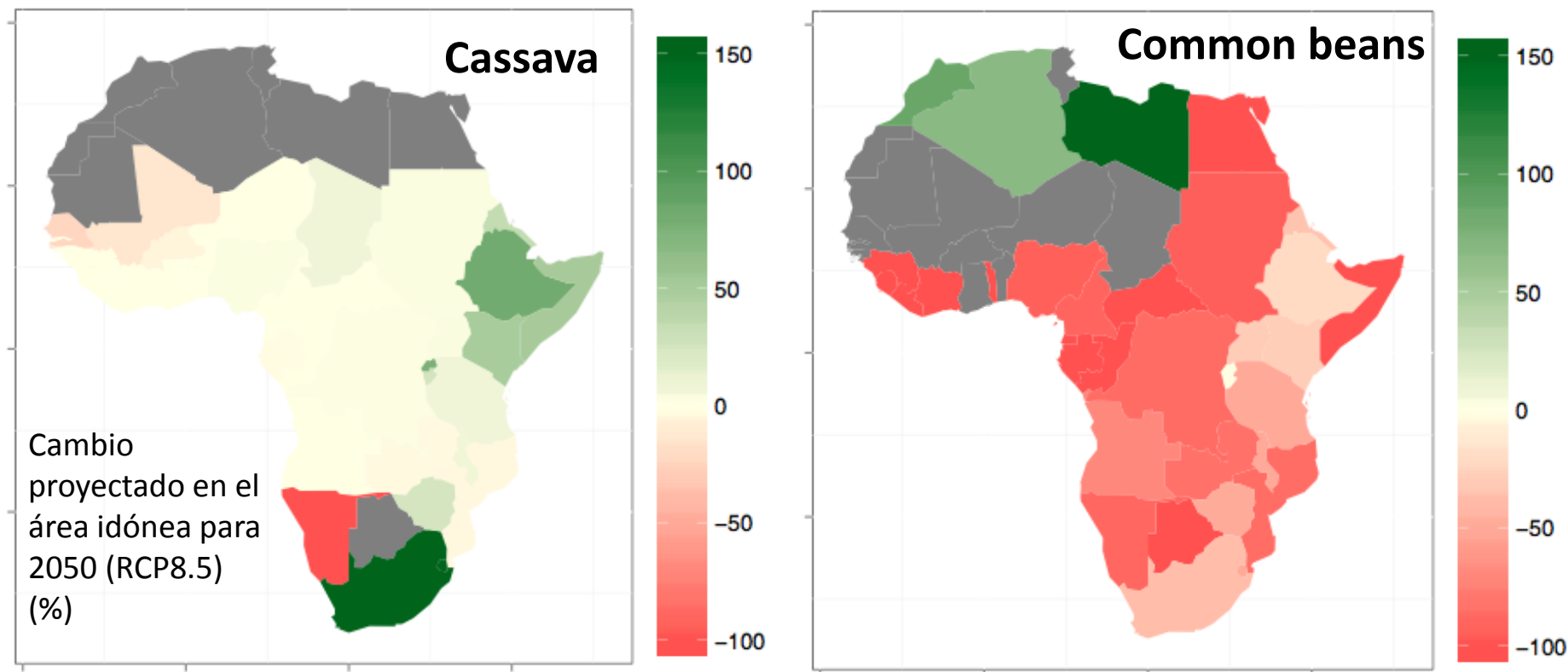
- Un algoritmo sencillo para mirar el nicho de cada especie basado sólo en los datos del clima



Evalúa si hay las condiciones climáticas adecuadas , dentro de un periodo de crecimiento para T° y Prec....

... y calcula la adaptabilidad climática de la interacción resultante entre la prec y la T°

Utilizando modelos basados en nichos para mapear cambios en la geografía de la idoneidad de los cultivos



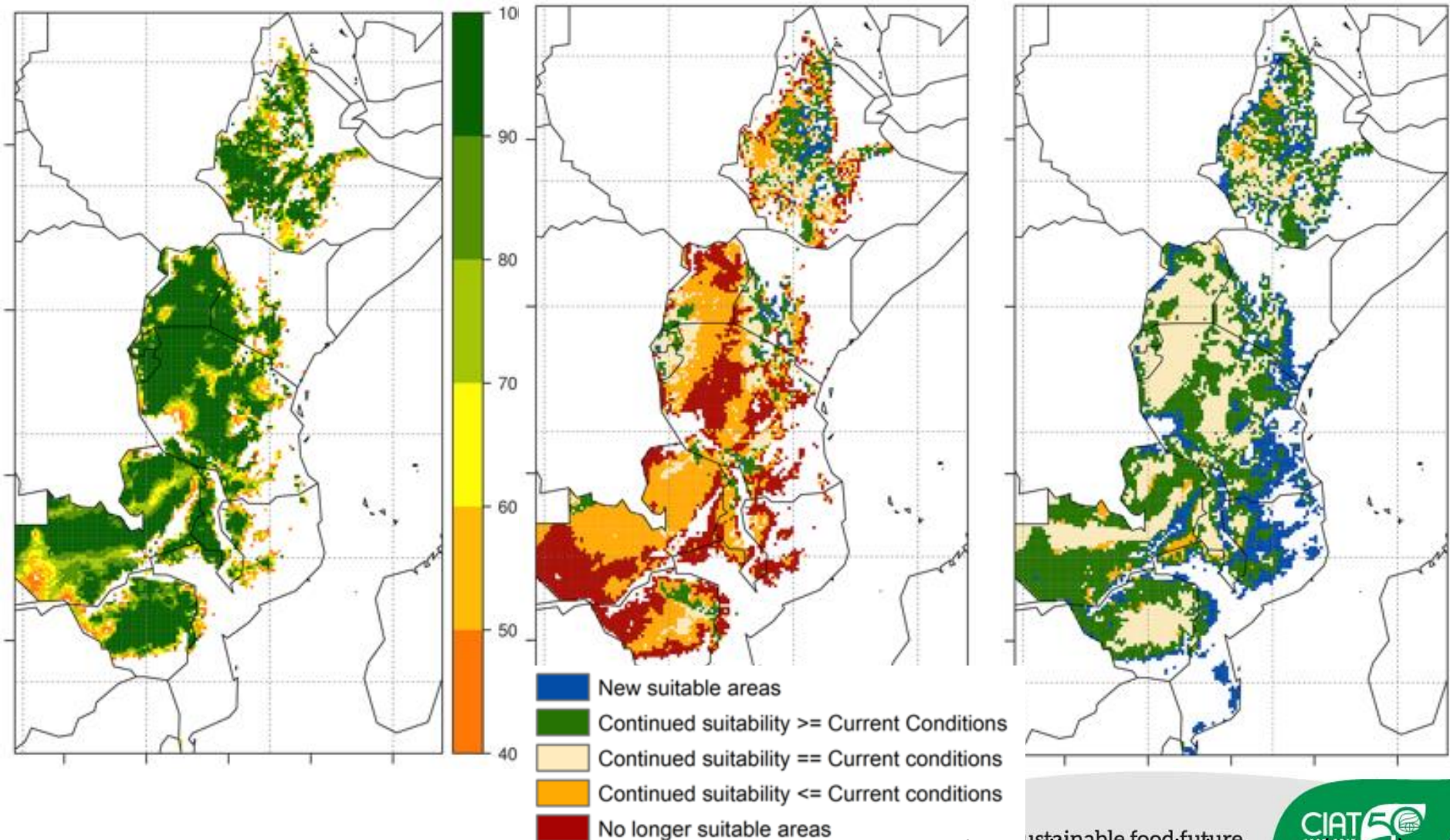
- Ramirez-Villegas, J. et al. 2013. Empirical approaches for assessing impacts of climate change on agriculture: The EcoCrop model and a case study with grain sorghum. *Agr. For. Met.* 170: 67-78.
- Jarvis, A., Ramirez-Villegas, J. et al. 2012. Is cassava the answer to African climate change adaptation? *Tropical Plant Biology*, 5: 9-19.
- Ramirez-Villegas, J. and Thornton, P.K. 2015. Climate change impacts on African crop production. CCAFS Working Paper No. 119. Copenhagen, Denmark.

Usando de modelos basados en nichos para evaluar los beneficios del mejoramiento de frijol tolerantes al calor

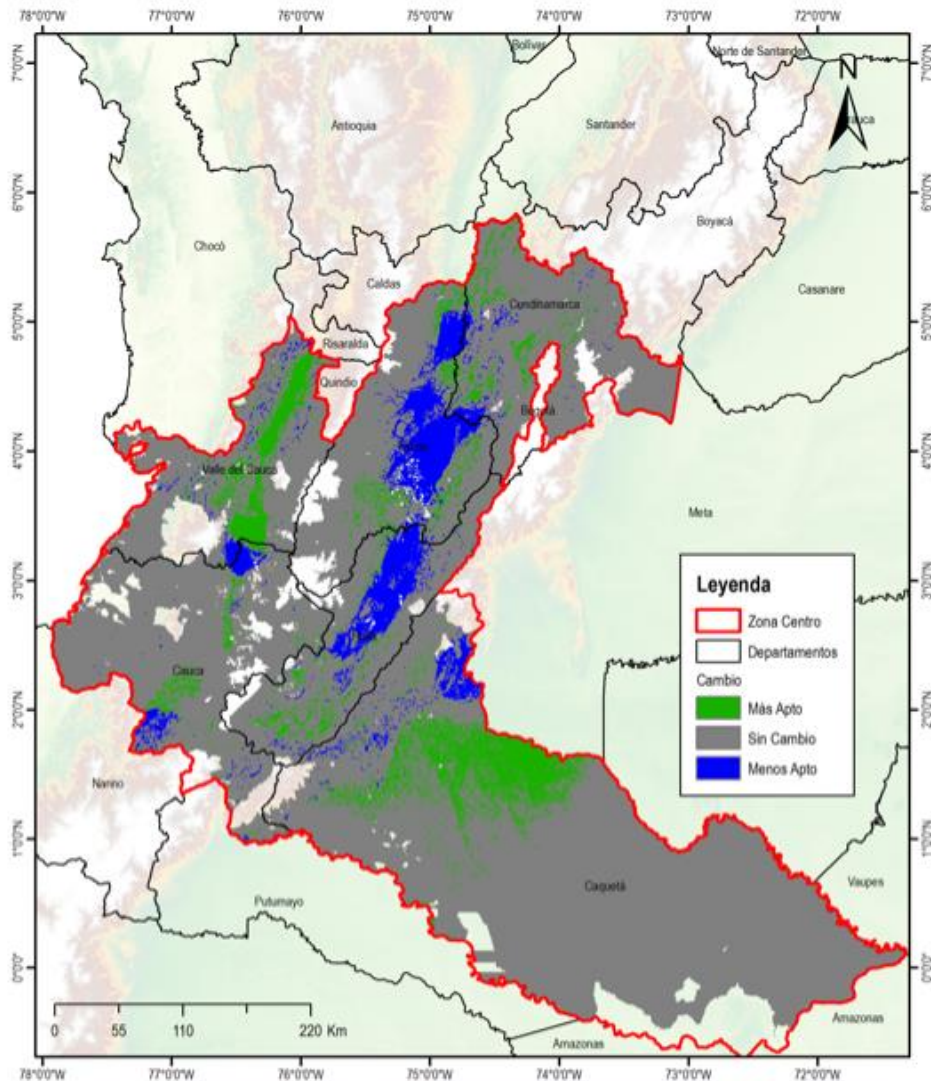
(a) Histórico

(b) +2 °C (no adaptación)

(c) +2 °C (Frijol tolerante al calor)



Buscando nichos de arroz irrigado idóneos en el siglo XXI



Cambio en el suelo y la idoneidad climática para el arroz en 2050

- Reducciones en la idoneidad para las áreas de producción actuales
- Más potencial en el Valle del Cauca

Castro et al. (in prep)

Gracias




Centro Internacional de Agricultura Tropical
Desde 1967 Ciencia para cultivar el cambio

Sede Principal
Km 17 Recta Cali-Palmira C.P. 763537
P.O. Box 6713, Cali, Colombia
Phone: +57 2 445 0000

✉ ciat@cgiar.org
www.ciat.cgiar.org

 [ciat.ecoefficient](https://www.facebook.com/ciat.ecoefficient)

 [@ciat_cgiar](https://www.instagram.com/ciat_cgiar)

 [@CIAT_](https://twitter.com/CIAT_)



Centro de Investigación de CGIAR